

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Estudio experimental sobre la influencia de las propiedades físico-mecánicas del kinesiotape en fisioterapia

Experimental study on the influence of the physicommechanical properties of kinesiotape in physiotherapy.

DANIEL CARRAL MAZAS

GRADO EN FISIOTERAPIA.

ESCUELA UNIVERSITARIA GIMBERNAT CANTABRIA

DIRECTOR: CARLOS THOMAS GARCIA

FECHA DE ENTRAGA: 08-06-2015



ÍNDICE

1. RESUMEN/ABSTRACT.....	1-2
2. ESTADO DEL	
 ARTE.....	3-6
3. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1.INTRODUCCIÓN.....	6-8
3.2.MÉTODOS. DEFORMACIÓN INICIAL DE KT.....	8-10
3.3.MÉTODOS. ENSAYO DE TRACCIÓN.....	10-11
3.4.MÉTODOS. ENSAYO DE ADHERENCIA.....	12-14
3.5.MÉTODOS. ENSAYO DE MICROSCOPIA.....	14-16
4. RESULTADOS	
4.1.RESULTADOS DEFORMACIÓN INICIAL.....	17
4.2.RESULTADOS ENSAYO DE TRACCIÓN.....	17-19
4.3.RESULTADOS ENSAYO DE ADHERENCIA.....	19-21
4.4.RESULTADOS ENSAYO DE MICROSCOPIA.....	21
5. DISCUSIÓN.....	22-25
6. BIBLIOGRAFÍA.....	26-27
7. ANEXOS.....	28-36

RESUMEN

El vendaje funcional o kinesiotape, es desde hace unos años, un método de tratamiento importante en el mundo de la fisioterapia ideado por el doctor Kenzo Kase, es un tipo de vendaje adhesivo y elástico con una gran cantidad de ventajas en el tratamiento.

En la investigación que se resume en este trabajo, llevaron a cabo cuatro caracterizaciones de kinesiotape para poder comparar sus diferentes propiedades y cambios ante diferentes situaciones, se realizó un estudio para comprobar la deformación inicial, la respuesta ante una tracción, se estudió cómo es la adherencia del kinesiotape en cuanto a la fuerza y un estudio con microscopia electrónica para observar las diferentes características del material con el que se fabrica el kinesiotape como el material elástico, el adhesivo y cómo evolucionan los diferentes materiales ante diferentes situaciones.

En cuanto a los resultados, se han encontrado diferencias en cuanto lo que se postula como normalidad en el kinesiotape, la deformación inicial se ha comprobado que es menor del 10%, que no todos los kinesiotapes en cuanto a colores adhieren igual, se han observado cambios microscópicos en el kinesiotape al someterlo a situaciones como tracción o al mojarlo y que al traccionar el material se ha observado un modelo de comportamiento diferente.

Del análisis de los resultados se desprende que existen diferencias en cuanto a lo que se aprecia como normal en el kinesiotape. Hay diferencias en cuanto sus características principales, lo que puede implicar que algunos de sus usos no sean del todo apropiados, atendiendo a las propiedades que se han estudiado.

ABSTRACT

The functional bandage or kinesiotape has long been an important method of treatment in the word of the phisioterapist , it was created by the doctor Kenzo Kase, it is a type of elastic and adhesive taping with a lot of advantages in the treatment.

In this research, They were carried out four experiments on kinesiotape to study their different characteristics changes in different situations, a study was conducted to verify the initial deformation, changes to a tensile, it was studied as adherence kinesiotape

in strength, and a study of electron microscopy to see the different characteristics of the material with which the kinesiotape is done as the elastic material and the glue and the changes in the different materials in different situations.

As for the results it has been shown differences in what is postulated as normal in the kinesiotape, the initial deformation has been found to be less than 10%, kinesiotapes not all stuck in colors as, changes have been observed in the microscopical when the kinesiotape was subjected to traction or when wet and by pulling the material we have seen a different behavior model.

They are studying the results it has been found as there are differences in what is seen as normal in the kinesiotape. There are differences in the main characteristics which may mean that some of its uses are not entirely appropriate depending on the features that have been studied.

2. ESTADO DEL ARTE

El presente trabajo de investigación que se ha realizado es un estudio transversal, en el que se ha analizado el comportamiento mecánico y elástico del kinesiotape, así como un estudio micrográfico. Con ello se pretende conocer el comportamiento de este material ante diferentes situaciones de carga, de tracción, analizar sus propiedades básicas y ver como reacciona el material ante otras situaciones que suelen darse en la práctica diaria.

El “kinesiotape” es un tipo de vendaje elástico creado durante la década de los setenta por el Dr Kenzo Kase y el Dr Murai. Estos investigadores trabajaban en el desarrollo de diversas técnicas para ayudar, de manera natural, a la recuperación de los diferentes tejidos que se encontraban dañados. Al principio experimentaron con el uso de vendajes más convencionales pero los resultados encontrados no fueron muy alentadores, así acabaron desarrollando un vendaje elástico que mejoraba la función muscular pero manteniendo el rango de movilidad de las diferentes estructuras. Al principio el método se basaba en su aplicación sobre el músculo pero más tarde se advirtió la necesidad de trabajar sobre estructuras como la piel debido a su propiedad reflexógena. Así, con el tiempo, se empezaron a estudiar sus efectos sobre las fascias corporales, sistema linfático, ligamentos, tendones, etc y aún hoy día se siguen desarrollando diferentes técnicas para mejorar la funcionalidad del kinesiotape, así como se realiza de manera continuada diferentes ensayos clínicos y múltiples estudios científicos sobre dicha técnica (Kineweb.es; 2015), (Sijmonsma, J; 2010).

Es importante tener presente que esta técnica de tratamiento es bastante reciente ya que a pesar de que sus inicios se desarrollaron durante los años setenta, su aplicación a larga escala no fue aproximadamente hasta 1995 en EEUU y hasta el año 2000 en España. Actualmente este método está en constante desarrollo y crecimiento y cada vez son más los profesionales que aplican esta técnica en sus tratamientos sobre todo en el ámbito de la fisioterapia con el objetivo de permitir una mejora funcional más rápida en los pacientes. El principal objetivo de la aplicación del vendaje es ayudar a nuestro cuerpo a activar su propio proceso de autocuración sin alterar la movilidad y facilitando la circulación, por lo tanto se entiende al kinesiotape como una técnica natural. Para conseguir esto, el método presenta una acción circulatoria, analgésica y neuro-mecánica. A nivel circulatorio, los

pliegues cutáneos que se forman al aplicar el vendaje de manera correcta aumenta el espacio subcutáneo mejorando así la función de los capilares perilinfáticos y vasos capilares. En el aspecto analgésico, el vendaje produce una disminución de la presión sobre los receptores aferentes y eferentes del espacio subcutáneo disminuyendo así la irritación sobre estos y disminuyendo por lo tanto la señal de daño. Y en cuanto a su acción neuro-mecánica, los diferentes movimientos del cuerpo se producen como respuesta a la información proveniente del medio externo, así mediante el uso del vendaje y su acción sobre las diferentes estructuras se puede influir sobre el movimiento aumentando o disminuyendo el tono del músculo atendiendo al sentido en el que se coloque el vendaje y por lo tanto sobre la dirección sobre la que se tracciona de la piel. Si se aplica el tape desde el origen muscular hasta su inserción se conseguirá un efecto tonificante (aumento del tono muscular), si por el contrario se aplica desde la inserción muscular hasta su origen, el efecto a conseguir será de relajación muscular (Sijmonsma, J; 2010), (Kineweb.es; 2015).

Múltiples artículos muestran mejores resultados al comparar el uso del kinesiotape con el uso de otros tipos de vendajes también usados en fisioterapia. (Briem, k; 2014) señala que hay una mayor mejoría en el uso del kinesiotape respecto al uso de vendaje funcional.

Otros autores (Shasheen, A; 2012) defienden su uso para mejorar la cinemática de partes del cuerpo, en este caso el autor observa como modifica el uso del kinesiotape en la cinemática de la escápula.

Los principales objetivos a conseguir mediante la aplicación del tape y sus tres diferentes acciones son las siguientes: (kineweb.es; 2015).

- Analgésica (Sijmonsma, J; 2010),
- Antinflamación de tejidos y disminución de hematomas por su acción sobre la circulación sanguínea
- Mejorar la función muscular, articular y fascial
- Postural debido a la mejora de la información a nivel sensorial y propioceptivo
- Acelera la reparación de la lesión, principalmente por su efecto a nivel de la circulación sanguínea

- Acción neurorefleja, ya que actuando sobre la piel estamos actuando a nivel muscular, óseo, nervioso de la zona relacionada con la piel sobre la cual se aplica el vendaje .
- Mejorar la estabilidad de partes del cuerpo inestables (Larsen, E;1984).
- Mejorar la circulación linfática (Tsai, HJ; 2009).
- Mejora de paciente con problemas neurológicos. (Chunga, NM; 2013).
- Mejora en lesiones traumáticas tipo whiplash (González, J; 2009).
- Mejoras a nivel deportivo. (Merino, R;2010).

La forma de su utilización va a variar conforme a la anatomía de la zona donde se va a aplicar o directamente con el efecto que queramos conseguir. Las tiras de vendaje se pueden aplicar en forma de “I” sobre el mismo vientre muscular, en “Y” aplicándolo alrededor del vientre muscular, y en forma de “X”, aplicándolo desde el punto central alrededor del vientre del músculo o con el fin de evitar partes sensibles en la piel. A estas tres diferentes técnicas se les suma algunas variantes para conseguir efectos aún más específicos como pueden ser cortar la mitad de la tira en 5 tiras para efectos circulatorios o bien hacer un agujero en medio de una tira aplicada con una técnica de “I” para evitar estructuras como puede ser el olecranon. (Kineweb.es; 2015).

A nivel general, su aplicación se basa en tres pasos principales. (Martinez, J; 2012)

- Fijar la base sin tensión y con la estructura corporal a trabajar sin estirar.
- Estirar la piel del paciente mediante el estiramiento de la estructura a trabajar, y aplicar el tape con diferentes tensiones dependiendo del efecto que se desee conseguir.
- Volver a la posición inicial de la estructura y fijar el ancla (parte final del vendaje) sin tensión.

La tensión del estiramiento se expresa mediante porcentajes y se obtiene en base su

tensión, de esta manera se describen diferentes tipos de tensión: tensión completa (100%), tensión severa (75%), tensión moderada (50%), tensión ligera o paper off (25%), tensión muy ligera (0-15%) y ninguna (sin tensión). (Martinez, J; 2012).

Como toda técnica de tratamiento, hay una serie de contraindicaciones. En las siguientes patologías no se debe de usar el kinesiotape debido a que el efecto del vendaje puede provocar efectos perjudiciales sobre el cuerpo, o bien no se puede usar por enfermedades en las que la piel está alterada: (Sijmonsma, J; 2010), (Martinez, J; 2012): trombosis, heridas, traumas severos, edema general, carcinomas, embarazo, irritación o incomodidad, alteraciones en la piel y diabetes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. INTRODUCCIÓN

El material que ha sido usado para llevar a cabo este estudio es el kinesiotape, este tipo de vendaje es muy usado actualmente en la práctica clínica de los fisioterapeutas y es cada vez mayor el número de fisioterapeutas que lo usan como parte de su tratamiento en el tratamiento de una gran cantidad de lesiones y patologías. Este material de origen Japonés ha empezado a tener un gran impacto en el mundo de la fisioterapia occidental en la última década.

El kinesiotape es un tipo de vendaje formado por un polímero elástico envuelto por fibras de algodón que permiten la evaporación de la humedad corporal y un rápido secado. El algodón es un tipo de material natural proveniente de una planta de la especie *Gossypium* que son cultivadas en regiones tropicales y subtropicales, las fibras del algodón se utilizan para hacer hilados que se pueden tejer para dar lugar a gran cantidad de prendas u otros materiales como material médico como apósitos o en este caso diferentes tipos de vendajes como el kinesiotape, las fibras de algodón son bastante resistentes a la tracción y admite el teñido, por lo que es el mejor material para el kinesiotape. (About.es; 2015) (Fiorenzo, G; 2010) No contiene látex, lo que evita multitud de problemas alérgicos. Este tipo de vendaje a diferencia de muchos otros usados en fisioterapia es un material no rasgable con la mano, sino que debe de cortarse siempre con tijera, Es un material definido como hipo alérgico (material con riesgo bajo de producir cualquier tipo de reacción

alérgica) y su adhesivo acrílico se activa con calor. Es un material más delgado y elástico comparado con los tapes tradicionales, lo que incrementa su comodidad para el paciente. Este material puede elongarse hasta el 120%-140% de su longitud original longitudinalmente, pero no es elástico transversalmente (esta característica le diferencia de otros nuevos materiales que sí que son elásticos en cualquier dirección). Este tipo de vendaje es caracterizado por tener el mismo peso y el mismo grosor que la piel humana. El kinesiotape se caracteriza por ser resistente al aire y al agua, permitiendo de esta manera que el paciente pueda llevarlo durante varios días sin interferir en las actividades de su vida diaria, e incluso realizar actividades de alto rendimiento en cualquier medio. Este material está siendo ampliamente utilizado en el ámbito de la rehabilitación y en el ámbito deportivo. Es una técnica de tratamiento muy usada actualmente por fisioterapeutas y podólogos en el tratamiento y prevención de lesiones. A la hora de aplicarlo se debe limpiar la piel del paciente antes de su colocación para permitir así la máxima adherencia. Una vez colocado es importante que no sea molesto para el paciente en ningún sentido, el paciente no debe de sentir ningún picor, rozadura o molestia de ningún tipo. (Pérez, P; 2014) (Sijmonsma, J; 2010) (Martinez, J; 2012).

Es un tipo de material muy comercializado por gran multitud de casas comerciales lo que puede implicar diferencias en su fabricación y en sus efectos positivos. Además de grandes diferencias de precios entre las diferentes marcas.

Las propiedades terapéuticas de este material residen en buena parte de su modo de colocación. Como norma general, este tipo de vendaje se pone de una manera muy diferente a cualquier otro tipo de vendaje. En primer lugar se debe de medir sobre la piel del paciente la longitud de vendaje que será necesario para el tipo de vendaje que queramos hacer. Una vez medido, se coloca la base del vendaje siempre sin tensión, tras ello se va colocando el vendaje en la dirección correcta dependiendo del vendaje que se quiera hacer y con la tensión necesaria para ese tipo de vendaje, tras ello y para finalizar la colocación del vendaje se coloca el ancla también sin tensión en la zona donde debe de terminar el vendaje con kinesiotape. (Sijmonsma, J; 2010). La dirección del vendaje es clave para el resultado que se quiera conseguir, si se dispone de origen a inserción tiende a hacer que el músculo se acorte, mientras que si se coloca de inserción a origen tiende a relajarse de manera inmediata (Sijmonsma, J; 2010), otros autores no han encontrado diferencias en

cuanto a la dirección en la que se coloca el tape (Luque, A; 2012), mientras que otros autores demuestran que en el caso de que se consiga la estimulación o la inhibición no sería de manera inmediata.(Martinez, J; 2011).

3.2. MÉTODOS. DEFORMACIÓN INICIAL DE KT

A continuación, se expone el método llevado a cabo para medir y comprobar cuál es la deformación inicial del kinesiotape.

Una de las características principales del kinesiotape es que al despegarlo del papel se acorta un cierto porcentaje de su longitud, es decir, de fábrica, el tape viene estirado con un porcentaje de deformación. (Sigmonsma, J; 2010). Este ensayo propone estudiar esta característica, es decir, comprobar la diferencia de longitud cuando el kinesiotape está pegado al papel y tras despegarlo, y comprobar este porcentaje.

Para llevar a cabo el estudio, se realiza un ensayo sobre tres kinesiotape de colores diferentes para comprobar las posibles diferencias entre ellos, y para cada color se realizarán tres comprobaciones.

Para calcular la deformación inicial, en primer lugar se cortarán muestras de los diferentes tapes, todas ellas con la misma longitud, en este caso serán de 450 mm. Tras cortar las muestras, lo primero que se hizo fue estirar sobre la mesa cada una de las muestras sin haber quitado el papel de soporte sobre el que viene pegado, midiendo las dimensiones de cada uno de los tapes longitudinalmente para comprobar que todos se han cortado con la misma longitud inicial ($L_0 = 450$ mm). Para las mediciones de los tapes se usó una cinta métrica midiendo siempre de extremo a extremo de las muestras del kinesiotape. [Fig.1]



Fig. 1. *Proceso de medición de la longitud de de las muestras de ensayo.*

A continuación, de cada una de las muestras se retiró el soporte de papel y se reposó la muestra sobre la mesa y de la misma manera se volvió a medir (L), se pudo observar que todas las muestras disminuyeron su longitud original, como era de esperar.

Para el cálculo de la deformación (ε) inicial del tape ha utilizado la siguiente formulación:

$$\varepsilon = [(L_0 - L) \times 100] / L_0$$

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos de longitud y deformación de las muestras ensayadas

Code	L₀ [mm]	L [mm]	ε %	Media ε [%]
KTN-001	450	417	7,3	5,86
KTN-002	446	423	5,15	
KTN-003	447	424	5,14	
KTR-001	450	430	4,44	4,41
KTR-002	450	432	4,00	
KTR-003	450	428	4,80	
KTA-001	450	425	5,50	4,03
KTA-002	450	436	3,10	
KTA-003	450	434	3,50	

La tabla contiene cinco columnas, la primera columna muestra el código que ha sido utilizado para nombrar cada una de las muestras que han sido estudiadas en este ensayo, los códigos usados han sido KTN (Kinesiotape negro), KTR (Kinesiotape rosa) y KTA (Kinesiotape azul). La segunda columna muestra la longitud inicial en milímetros, es decir, la medida con la que ha sido cortada cada una de las muestras. La tercera columna muestra la longitud final, muestra la medida longitudinal del tape al despegar el soporte de papel. La

cuarta columna muestra la deformación inicial resultado de la ecuación previamente mostrada. La quinta columna muestra la media de la deformación inicial por colores.

3.3. MÉTODOS. ENSAYO DE TRACCIÓN

En este apartado se expone los diferentes materiales y métodos para realizar los ensayos de tracción de los diferentes tapes, con el objetivo extraer diferentes datos y poder estudiar y analizar su modelo de comportamiento.

En primer lugar, se prepara el soporte sobre el cual poder llevar a cabo el ensayo de tracción. La probeta se compone por dos cilindros metálicos y huecos [Fig.2] sobre los cuales se practicaron dos agujeros para pasar una cuerda y sujetar los cilindros a la máquina de tracción.

La máquina de tracción utilizada en los diferentes experimentos, ha sido una máquina de tracción servo hidráulica marca “Instron”, la cual dispone de una mordaza inferior y estática, es decir, solo sujeta la muestra, y una mordaza superior y móvil que es la que ejecuta la tracción alejándose de la mordaza inferior. Adaptado a las mordazas se puede fijar cualquier material y someterlo a tracción. La máquina puede ofrecer diferentes datos como la carga y la extensión, los cuales se estudiarán con posterioridad.

Tras preparar el soporte, se cortaron las diferentes muestras a estudiar, todas ellas con una longitud de 450 mm. Se despegó el tape del soporte de papel, y se pegó cada uno de los extremos del tape a los cilindros metálicos pegándolo alrededor del cilindro y de nuevo sobre sí mismo [Fig 3]. A la hora de preparar las muestras, se pegaban tape con tape ya que, de no ser así, las muestras se despegaban con mayor facilidad impidiendo una tracción suficiente como para que el estudio fuera válido, era importante a la hora de pegar el tape a la probeta aplicar calor frotando el tape como se hace en la aplicación normal sobre el paciente, ya que de no ser así el material se despegaba con más facilidad.

Una vez preparada la muestra, se ejecutaron los ensayos de tracción, se colocaron cada una de las cuerdas de los cilindros a cada uno de los extremos de la máquina mediante el uso de pasadores que sujetaban cada cuerda de la probeta [Fig.4] evitando que el tape en su posición inicial presentase carga de tracción. Tras ello se inició la tracción. La máquina tracciona el material mediante una fuerza vertical, con pausas cada aproximadamente 3 mm

y aprovechando cada una de las pausas se pudo medir la carga, la extensión, la longitud y el ancho del tape. La carga y la extensión son valores que la máquina de tracción nos aportaba, mientras que con la ayuda de una cinta métrica se pudo medir, en cada pausa, la longitud y el ancho del tape. Para medir la longitud se tomaba como referencia solo la parte del tape situado entre los dos cilindros metálicos y que no estaba pegado sobre sí mismo, a la hora de medir el ancho del vendaje, con ayuda de la misma cinta métrica se registró en cada pausa la distancia entre los bordes laterales del tape a nivel central de la venda.

La tracción que se ejecutaba sobre el material se llevaba hasta el límite que aguantaba el material, es decir, se traccionaba el material hasta que el tape se despegaba de la probeta e imposibilitaba continuar con el ensayo.

Una vez obtenidos los diferentes resultados, se utilizaba un programa informático llamado Kaleidagraph. Es un programa de diseño de gráficas y análisis de datos, muy usado a nivel científico. Mediante este programa se pudo recoger todos los datos extraídos de los ensayos de tracción, con ayuda de este programa se puede dibujar gráficas atendiendo a los diferentes resultados de cada tape y con ello poder establecer y observar los diferentes tipos de patrones en la tracción. Con este ensayo y con ayuda del kaleidagraph se podía observar el patrón de cada uno de los tapes a la hora de ser traccionado y se pudo establecer de esta manera diferentes patrones de comportamiento de los materiales ensayados.



Fig.2. Soporte sobre la cual se pegará el tape para los ensayos.



Fig.3. Muestra preparada sobre la probeta.

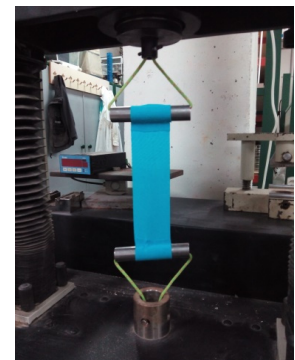


Fig.4. Muestra colocada sobre la máquina

3.4. MÉTODOS. ENSAYO DE ADHERENCIA

Se ha realizado un estudio de la adherencia del tape a la piel. Para ello se ha preparado un ensayo que ha permitido conocer cómo se pega el tape a la piel y la fuerza que es necesario aplicar para poder despegar la venda de la piel, para de esta manera comparar la adherencia entre los diferentes tape, superficies y situaciones. Para este ensayo se ha realizado un estudio sobre diferentes situaciones simulando diferentes tipos de piel (piel lisa o con imperfecciones), diferentes tipos de aplicación (con calor o sin calor) y diferentes condiciones (presencia de agua y aplicación de crema antes de la colocación del kinesiotape).

- Ensayo de adherencia sobre piel aplicando calor: Para poder llevar a cabo este experimento, se dispuso como piel un trozo de cuero sobre el cual se pegaría el tape y se aplicaría calor simulando de esta manera la colocación de un tape sobre la piel de un paciente [Fig 5]. Dicho trozo de cuero estaba sujeto a un soporte el cual estaría sujeto a la mordaza inferior de la máquina de tracción. El tape se pegó sobre el cuero y a su vez uno de sus extremos estaba fijado sobre otro soporte que estaría sujeto al agarre superior de la máquina de tracción, de esta manera al ejecutar tracción con la máquina se separan ambas superficies y se mostraba la carga necesaria para despegar el tape del cuero. Se estudiaron tapes de tres colores diferentes y el tape de cada color fue testado sobre dos tipos de superficie, una más lisa y otra más rugosa, con el objetivo de intentar apreciar diferencias entre los diferentes colores del tape y entre superficies de diferentes características (simulando diferentes tipos de pieles o imperfecciones sobre la piel).
- Ensayo de adherencia sobre piel sin aplicar calor: Se hizo otra prueba con un tape de color azul pero sin la aplicación de calor (para verificar si la aplicación de calor es importante), el tape y el cuero se dispusieron de la misma manera pero en este caso no se aplicó calor sobre el tape [Fig 6], es decir, no se frotó el material una vez pegado sobre el cuero.
- Ensayo de adherencia sobre piel con cobertura de crema: Se hizo también una prueba con un tape que fue pegado sobre un trozo de cuero que anteriormente se le

había dado una pequeña cobertura de crema simulando la colocación del tape posterior a un tratamiento normal de fisioterapia. De nuevo el tape y cuero fueron colocados de la misma manera [Fig 7], y a la piel se le dio una capa de crema simulando un masaje sobre la misma, tras ello se pegó el tape sobre el cuero y se realizó el experimento.



Fig 5. Tape rosa sobre cuero liso con aplicación de calor



Fig 6. Tape azul sobre cuero liso sin aplicar calor



Fig 7. Tape azul sobre cuero con cobertura de crema

- Ensayo de adherencia sobre piel en presencia de agua: También pareció interesante llevar a cabo un ensayo de adherencia con el material mojado con agua simulando de esta manera un baño o una ducha con el objeto de comprobar si hay cambios a nivel de la adherencia entre un tape colocado sobre el cuero y al cual se le ha aplicado calor con respecto a un tape colocado de la misma manera sobre el trozo de cuero [Fig 8], pero al cual se le ha mojado con abundante agua, para ello se colocó el material una vez pegado sobre la pieza de cuero bajo una ducha durante 5 minutos para simular un baño que pueda darse el paciente.
- Una vez que las diferentes muestras iban siendo preparadas para los ensayos, se colocaban en la máquina de tracción, de tal manera que el cilindro que sujetaba el trozo de cuero se fijaba al soporte inferior estático de la máquina de tracción, mientras que el cilindro que soportaba el kinesiotape a estudiar era sujetado al soporte superior y dinámico (es el soporte de la máquina que ejecutaba la fuerza de tracción) de la máquina. Se iniciaba la tracción separando así los soportes que sujetan los dos materiales provocando de esta manera un despegue del tape respecto

al cuero, colocados de tal manera que a la hora de traccionar y despegar el tape del trozo de cuero imitase la manera en la que se debe retirar el vendaje, es decir, se despegaba de manera paralela al trozo de cuero [Figs.9-10]. Al iniciar la tracción de las muestras la máquina de tracción indicaba en todo momento la fuerza necesaria para despegar el tape del cuero, observando diferencias entre los diferentes tapes, superficies o aplicaciones. Este ensayo se ejecutaba hasta que toda la muestra del kinesiotape se había despegado del cuero.



Fig 8. Tape azul sobre cuero en presencia de agua.

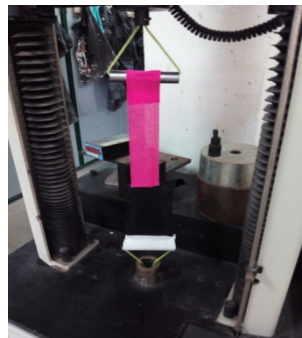


Fig 9. Tape rosa sometido a tracción

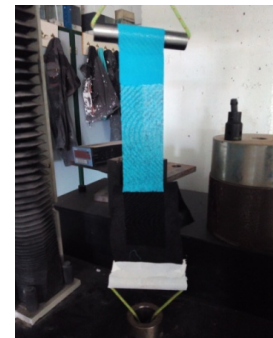


Fig 10. Tape azul sometido a tracción.

3.5. MÉTODOS. ENSAYO DE MICROSCOPIA

Con este experimento se han estudiado las diferentes estructuras del material y del pegamento, que muestra el kinesiotape en diferentes situaciones. Para llevar a cabo este experimento se usó un microscopio electrónico de barrido (SEM) del departamento “Ladicim” de la Universidad de Cantabria con el que se analizó la estructura del material. Para llevar a cabo este ensayo, se seleccionaron 6 muestras de kinesiotape sin usar (2 de cada color, cada color tenía una muestra puesta para ver un lado y otra para ver la otra cara, es decir, una muestra para ver la cara con el pegamento y otra para ver la cara sin el material adhesivo), 3 muestras de kinesiotape que había sido utilizado en los ensayos de tracción (1 de cada color), 3 muestra de tape que había sido pegado con normalidad (1 de cada color), 1 muestra que había sido pegado en condiciones normales pero sin aplicar

calor, 1 muestra de tape que se aplicó en una piel a la cual se le había aplicado crema antes de colocar el kinesiotape y 1 última muestra a la cual tras haber sido pegada sobre el cuero se le mojó.

De cada una de las muestras se recortó un trozo de $0,5 \text{ cm}^2$, con el objetivo de que todas las muestras queden colocadas en la misma placa para su posterior metalización y observación al microscopio.

Una vez que todas las muestras habían sido seleccionadas y cortadas, fueron colocadas de manera ordenada sobre una placa y debidamente numeradas para saber en todo momento la muestra que se estaba estudiando. Se llevó a cabo el proceso de metalización, mediante esta técnica lo que se pretende es recubrir la superficie de las muestras a estudiar con oro, debido a que las muestras de kinesiotape no conductoras, y al recubrirlas con este metal se permite de esta manera la conducción y así poder verlo bajo el microscopio electrónico. (Upv.es; 2015) (patologiasconstruccion.net; 2015).

La microscopia electrónica es una técnica que nos permite observar muestras íntegras y en sus tres dimensiones, es un instrumento que permite hacer visibles objetos que el ojo humano no es capaz de distinguir a simple vista. El fundamento principal del funcionamiento de esta técnica es que los electrones emitidos por un cátodo de tungsteno pasan a través de una columna en la cual se ha hecho un vacío. El haz inicial es concentrado por una serie de lentes electromagnéticas disminuyendo así su diámetro hasta hacerse casi puntual. Este haz electrónico se va desplazando sobre toda la superficie de la muestra como si de un pincel se tratara que vaya barriendo con continuas idas y venidas, este continuo movimiento del haz se consigue mediante un sistema de bobinas de barrido situados en la columna del microscopio. Cuando este haz interacciona con la muestra a estudiarse producen unos electrones secundarios que son captados por un detector, estos electrones se les hace incidir sobre un instrumento que hará que cada electrón de origen a varios fotones. Estos fotones son dirigidos hasta un fotomultiplicador a través de un cañón de luz dando origen a un fotoelectrón que a su vez a través de una serie de dinodos con diferencias de potencial crecientes produce gran cantidad de electrones secundarios, es decir, este proceso da lugar a una amplificación de la información sobre la muestra suministrada de dichos electrones. Los electrones secundarios que han salido de este último proceso de amplificación pasan por un video amplificador y de ahí son dirigidos hacia un

tubo sobre cuya pantalla se producirá una imagen. (Uned.es; 2015).

Para llevar a cabo este experimento, se dispusieron las muestras ya preparadas sobre unos pequeños soportes para introducirlos en la metalizadora [Fig 11], tras el recubrimiento en oro, se colocaron las 15 muestras sobre una placa metálica cuadrada de 8 cm de lado, las muestras fueron colocadas en tres filas, tras ello la placa con las quince muestras de kinesiotape se introdujo en el microscopio. Después con ayuda del instrumental informático del microscopio [Fig 12] se podía mover para elegir y colocarse sobre cada una de las muestras que se querían estudiar, una vez que el microscopio estaba colocado sobre la muestra a estudiar en ese momento, se podía modificar los aumentos. En nuestro estudio se hizo observaciones de cada uno de los tapes a diferentes aumentos, cada una de las muestras del tape fue observada a 16, 70 y 500 aumentos, aunque algunas muestras también eran observadas a 2000 aumentos para observar los filamentos más pequeños de los que está compuesto el kinesiotape. El estudio consistía en observar cada una de las muestras a diferentes aumentos y comparar las diferentes muestras entre sí para ver si hay diferencias a nivel microscópico.



Fig.11. Máquina de metalización



Fig.12. Microscopio electrónico de barrido

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS. DEFORMACIÓN INICIAL

Tras el ensayo se puede apreciar como la media de la deformación inicial del tape de color negro es 5,86%, el del color rosa es 4,41% y el del color azul es 4,03%.

Al observar los resultados se observa como la media de la deformación entre los diferentes colores de kinesiotape son valores muy parecidos entre sí, aunque el tape de color negro siempre muestra valores de deformación más altos que el resto de muestras de kinesiotape.

4.2. RESULTADOS. ENSAYO DE TRACCIÓN

Una vez que los datos de los ensayos de tracción fueron extraídos, fueron estudiados con el programa kaleidagraph mediante el cual se pudieron diseñar una serie de gráficos donde se muestran el comportamiento de los diferentes tapes a la tracción. En cada una de las gráficas de los diferentes tapes se puede observar la tensión en tanto por ciento en el eje x, mientras que en el eje y podemos observar la deformación en Newton.

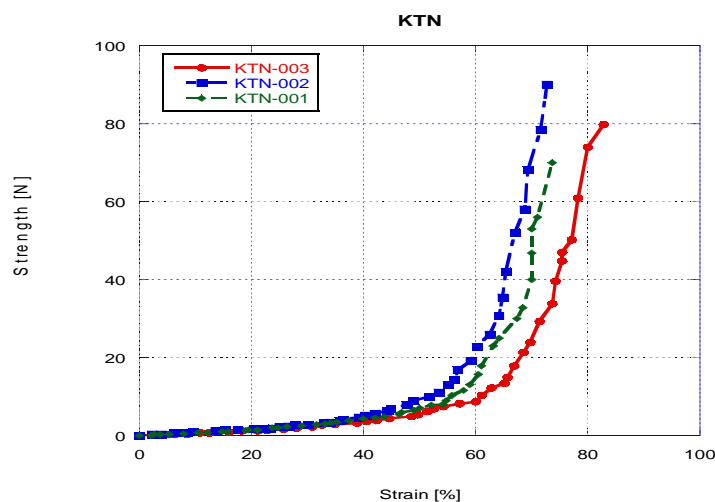


Fig.13. Representación gráfica de KTN

En la gráfica [Fig. 13] se puede observar como al principio la tensión aumenta de manera rápida mientras que la deformación prácticamente no aumenta y se mantiene

estable entre valores de 0 N y 10 N de deformación. A partir de los 50% de la tensión, la deformación aumenta de manera muy progresiva. Hasta llegar casi a los 100 N. En la gráfica anterior se observa un patrón de tipo no elástico lineal y cóncavo, pudiendo ser una curva de tipo exponencial de tipo $F = A \cdot e^{B \cdot \varepsilon}$. Posteriormente se estudió el grado de ajuste a una curva exponencial para obtener los valores de A y B de la ecuación y proponer, de esta manera, un modelo de comportamiento general. [Figs.14]. La representación gráfica de los otros dos ensayos y su ajuste exponencial se pueden ver en anexos.

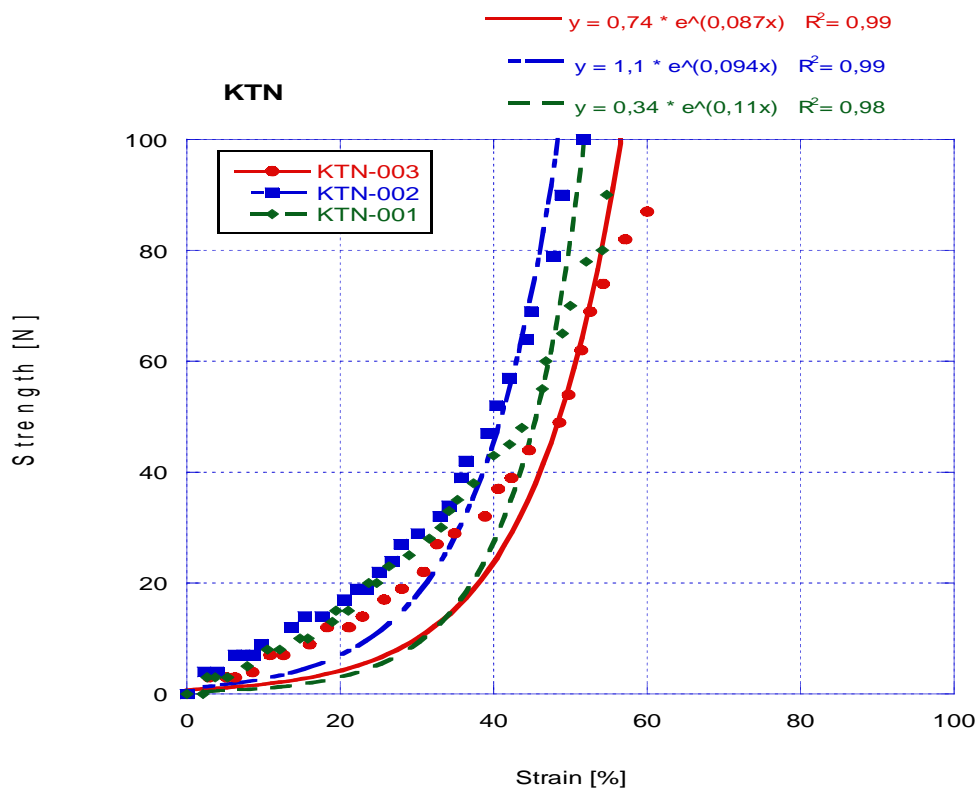


Fig.14. Representación gráfica del ajuste exponencial KTN

Con los valores A y B de cada una de las ecuaciones del ajuste exponencial, y tras obtener la media de esos valores se ha propuesto una ecuación general de comportamiento con la que poder extraer cada valor de deformación y tensión en cualquier momento.

- Propuesta de modelo: comportamiento tipo: $F = 0,47 \cdot e^{0,092 \cdot \varepsilon}$

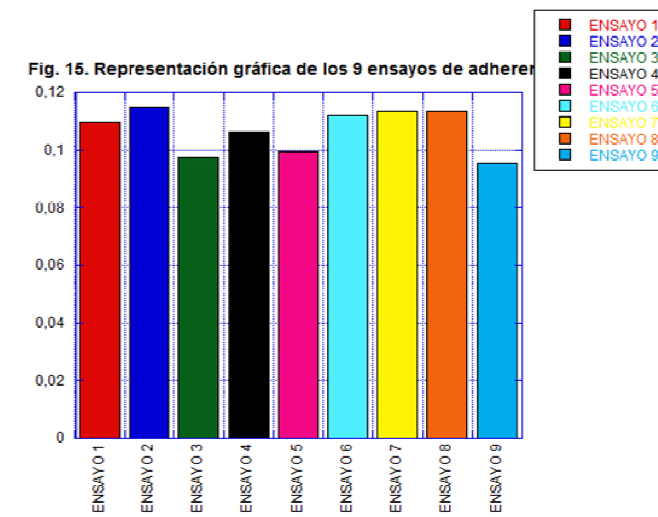
Donde F es la fuerza que es capaz de transmitir el kinesiotape y ε es su deformación correspondiente. Así, si la deformación es de un 5% la fuerza es de 0,74 N.

4.3. RESULTADOS. ENSAYO DE ADHERENCIA

Tras la realización de los diferentes ensayos de tracción en los que se analizó la fuerza que ejercía la máquina de tracción a la hora de despegar el tape bajo diferentes situaciones. Se exponen a continuación los diferentes resultados de cada simulación. [Fig. 15]

- 1º Ensayo de adherencia: El primer ensayo se realizó con una tira de kinesiotape azul pegado sobre una superficie lisa de cuero y aplicando calor al tape, los datos indica la fuerza de la máquina para conseguir despegar el tape del cuero y su aumento hasta los valores de fuerza más altos que registró la máquina. Se puede ver como los valores iniciales de carga para conseguir despegar el tape son de 0,01135 kN pero a medida que avanza el ensayo la máquina requiere hacer más fuerza para conseguir despegar el material del cuero hasta tener que ejecutar una fuerza de 0,01170 kN así la máquina ha tenido que ejecutar una diferencia de fuerza de 0,00035 kN para conseguir despegar el papel.
- 2º Ensayo de adherencia: Esta prueba se realizó con una tira de tape azul sobre una superficie rugosa de cuero y aplicando calor al tape. Los datos de fuerza que la máquina ejerció para conseguir despegar el papel muestran valores de carga iniciales de 0,01134 kN pero la máquina llega a ejercer valores de hasta 0,01235 kN para despegar el tape, de esta manera la máquina ha ejercido una diferencia de fuerza de 0,00101 kN ha ejercido más fuerza que en el ensayo anterior.

- 3° Ensayo: Este tercer ensayo se hizo con un tape rosa sobre una superficie lisa y aplicando calor. Mediante Los datos de fuerza que la máquina tuvo que aplicar para despegar el tape se puede observar como la diferencia de fuerza entre el momento que la máquina aplica menos fuerza con el momento en el que aplica más fuerza es de 0,00010 kN.
- 4° Ensayo: se utilizó de nuevo tape de color rosa pero sobre una superficie rugosa y aplicando calor. Al analizar los resultados de fuerza de la máquina se aprecia como la diferencia de fuerza que aplica la máquina es de hasta 0,00032 kN.
- 5° Ensayo: Para este ensayo se usó tape negro en superficie lisa de cuero y aplicando calor al tape. Los valores de carga que nos proporcionó la máquina, necesarios para despegar el tape muestran como la diferencia entre la menor fuerza y la mayor es de 0,00015 kN.
- 6° Ensayo: Para esta prueba se usó tape negro sobre una superficie rugosa de cuero y aplicando calor al tape. Se puede comprobar como la diferencia entre el valor de fuerza mínimo y el valor de fuerza máximo que ejerce la máquina para despegar el tape es de 0,00068 kN.
- 7° Ensayo: Para esta prueba se utilizó un tape azul sobre una superficie lisa pero sin aplicar calor, con el objetivo de comparar los resultados con el 1° ensayo y comprobar la importancia de la aplicación del calor. A continuación de muestran los resultados del estudio. Se puede apreciar como la diferencia de fuerzas entre los valores mínimos y máximos necesarios para despegar el papel son de 0,00028 kN.
- 8° Ensayo: Para esta prueba hemos usado tape azul sobre superficie lisa y aplicando calor, pero a esta muestra se la ha mojado (simulando un baño), para compararlo con el 1° ensayo y ver si el agua es relevante en el despegue. Se aprecia como la diferencia de fuerza que aplica la máquina de tracción es de 0,00027 kN.
- 9° Ensayo: Para esta prueba se ha usado tape azul sobre superficie lisa y aplicando calor, pero el tape se ha puesto sobre el cuero tras haber aplicado sobre él una capa de crema simulando un masaje y sin asear la zona antes de poner el tape, para que al comparar con el 1° ensayo poder comprobar cuan necesario es que la zona esté perfectamente limpia a la hora de poner el tape. La diferencia entre los valores máximos y mínimos es solo de 0,00005 kN.



4.4. RESULTADOS. ENSAYO DE MICROSCOPIA

Tras la observación de las diferentes muestras en el microscopio electrónico se pudo apreciar diferentes características en las diferentes muestras sometidas a ensayos. Se ha podido observar. [Figs 16-17-18]. El resto de fotografías de la microscopia se pueden ver en el apartado de anexos.

- Patrón de trenzado de los diferentes materiales, patrón y forma del pegamento, pequeñas fibras se encuentran dañadas en las muestras sometidas a tracción, agujeros y mal formaciones en el pegamentos en las muestras de tracción y Agujeros en el pegamento en la muestra que fue mojada

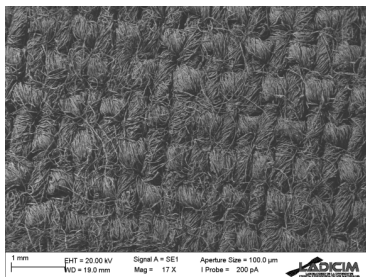


Fig.16. Tape negro visualizado a 16

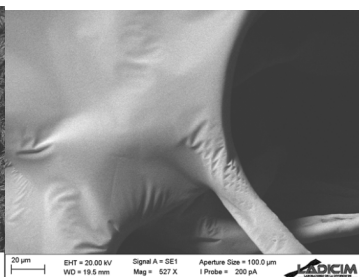


Fig.17. Tape visualizado a 527 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras.

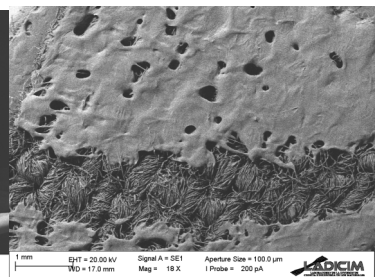


Fig.18. Tape visualizado a 18 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras tras la tracción

5. DISCUSIÓN.

Tras analizar los diferentes resultados del ensayo de deformación inicial, se puede apreciar que la media de los valores de deformación inicial es en los tres diferentes tipos de tapes es siempre muy inferior al 10 % que se le atribuye como norma general.

En general se observa que la deformación inicial de los tapes solo llega hasta la mitad de lo que se postula como deformación inicial, podemos ver como el tape que más se acerca a la norma del 10 % es el tape negro pero aun así quedándose bastante lejos con un 5,86%, mientras que el tape rosa y azul se quedan aún más lejos con un 4,41% y 4,03% respectivamente. Se puede apreciar como no hay una diferencia amplia entre los diferentes colores, pero sí que hay una gran diferencia con lo que se postula como deformación inicial normal.

El ensayo de adherencia muestra una gran cantidad de datos para comparar y analizar, que se exponen a continuación.

- Diferencia entre colores: Al analizar los resultados de tapes de diferentes colores pero aplicados sobre la misma superficie se puede apreciar como el tape azul resiste más que el tape rosa y negro, el tape azul aguanta el doble de fuerza ejercida por la máquina para despegarlo que el tape rosa y el negro. Esto quiere decir que el tape azul es un tape que pega mejor que los otros colores.
- Diferencia entre superficies: cuando se comparan los resultados de un mismo tipo de tape pero pegado sobre una superficie lisa y otra rugosa, se puede apreciar como ambas superficies el material se pega con bastante fuerza, indicando de esta manera que algunas imperfecciones en la piel como un poco de vello corporal o alguna otra imperfección como por ejemplo algún lunar, no son ningún impedimento para poder colocar el kinesiotape, ya que no habrá problemas de despegue.
- Diferencia entre aplicación de calor o no calor: Para esta prueba se usó el mismo tipo de kinesiotape, sobre el mismo tipo de superficie pero en una aplicación se le aplicó rozamiento para generar calor y al otro no. Analizando los resultados se puede comprobar como la aplicación de calor al tape es bastante importante, es decir, se aprecia una diferencia considerable entre la fuerza necesaria para despegar

el tape con calor que la fuerza para despegar el tape al cual no se le ha aplicado el calor. Ya que la fuerza aplicada para despegar el tape sin calor no llega si quiera a la mitad de la necesaria sobre el que se le ha aplicado calor. De esta manera se llega a la conclusión de que la aplicación de calor al tape es bastante importante.

- Diferencia entre el tape mojado o no mojado: Para este estudio se aplicó tapes del mismo color, sobre la misma superficie, aplicando calor, pero uno permaneció seco y el otro se le mojó con agua simulando un baño. Se puede apreciar como el tape que fue mojado resistió mucho menos a la tracción de la máquina, es decir se despegó más fácilmente y fue necesario menos fuerza para despegarlo. Si bien es cierto la diferencia no es muy alta pero sí que es relevante pues se ve que es necesario menos fuerza, es decir, que el hecho de que el tape se moje interviene en la adherencia del tape. Un kinesiotape mojado se despegue con mayor facilidad que un kinesiotape no mojado.
- Diferencia entre limpiar o no la superficie: se estudió la diferencia entre dos tapes del mismo color y aplicados sobre la misma superficie, pero a diferencia de que en uno de ellos se le aplicó crema de masaje y no se limpió antes de aplicar el kinesiotape. Se aprecia como es bastante más fácil despegar el tape sobre el cual anteriormente se le había aplicado crema, la fuerza necesaria para despegarlo era mínima. Indica que limpiar bien la zona con alcohol para eliminar restos de crema y otros productos es bastante importante a la hora de poner kinesiotape.

Teniendo en cuenta las micrografías del ensayo de microscopia, se puede apreciar como al comparar las tres muestras diferentes de tape sin haber sido pegadas, es decir, muestras nuevas, las tres presentan características similares entre ellas, el mismo patrón de trenzado y de pegamento, las fibras vistas a más aumentos también son similares, lo que nos lleva a la conclusión de que en principio los diferentes rollos de colores de kinesiotape son iguales y se hacen de la misma manera por lo que solo es el color lo que es diferente entre ellos.

Al comparar una muestra que ha sido pegada sobre una superficie de cuero con las muestras anteriores se puede ver como tampoco hay diferencias a nivel general, si se observan las fibras más pequeñas con más aumentos si se puede ver como se encuentran

algo más dañadas, debido posiblemente a la ligera tracción a la que son sometidas al pegarse y al despegarse.

Los hallazgos más importantes se aprecian en las muestras que se habían sometido a tracción, pues comparándolo con el tejido nuevo se puede ver como en el pegamento aparecen agujeros o malformaciones debido a la tensión máxima, pudiendo indicar que si se pega un tape con un estiramiento importante es posible que la adherencia no sea igual de buena que al hacerlo con un estiramiento medio.

En cuanto a la muestra que fue mojada con agua tampoco se aprecia importantes diferencias en cuanto al tape nuevo, se puede observar como en el pegamento aparecen también unos agujeros que podrían debilitar la adherencia del tape a la piel.

Por otro lado al hacer una comparación de una muestra a la que antes de haber sido pegada se aplicó sobre la piel crema de masaje, no se aprecia diferencia alguna con el tape original. Así como tampoco se aprecian diferencias con la muestra de tape a la cual no se le había aplicado calor una vez colocado sobre la piel.

Mediante el ensayo de tracción se puede comprobar como el kinesiotape no tiene un comportamiento elástico lineal que en teoría si debieran tener, si no que se ha visto que el comportamiento que tiene este material es de tipo no lineal, por lo tanto se ha propuesto un modelo de comportamiento de tipo exponencial que se ajusta más a las características elásticas del tape estudiado. Así este estudio ha permitido establecer un nuevo tipo de comportamiento del material ya que con nuestro estudio se ha podido establecer un nuevo modelo de comportamiento.

A modo de conclusión final se puede determinar que en ningún caso la deformación inicial del kinesiotape es del 10 %, si no que es de aproximadamente la mitad. Se podría decir que la deformación inicial del kinesiotape es de aproximadamente del 5%, siendo la mitad de lo que normalmente se expone en la bibliografía.

Se puede ver como el kinesiotape es un material que se adapta a ciertas irregularidades de la piel, que hay alguna diferencia entre los colores, es decir, entre los diferentes colores muestran bastantes diferencias a la hora de pegar sobre la piel o a la hora de traccionarlo, Es un material al que es importante aplicarle calor ya que al no aplicarlo se ha podido ver como se despegas con mucha más facilidad y el kinesiotape aguantaría mucho menos tiempo sobre la piel del paciente. Es un material que se ve afectado cuando se moja

haciendo que sea más fácil despegarlo. Se ha comprobado cómo es necesario limpiar la piel del paciente antes de colocar el vendaje para eliminar cualquier tipo de impureza como puede ser los restos de crema que ha sido utilizado en el tratamiento que el fisioterapeuta ha hecho con anterioridad.

Tras la observación de las diferentes muestras al microscopio electrónico se ha podido comprobar las diferencias entre los diferentes materiales y su diferente comportamiento ante determinadas situaciones. Se ha podido comprobar como mojar el tape si altera las características del mismo, como la excesiva tracción altera la estructura del pegamento y de las fibras no adhesivas, entendiendo de esta manera que ante tracciones máximas el material tiende a degenerarse y a perder propiedades propias como la adhesión.

Se ha podido establecer otro modelo de comportamiento diferente al que se expone con normalidad en la bibliografía general mediante los ensayos de tracción, proponiendo un modelo de comportamiento elástico no lineal de tipo exponencial.

Como conclusión general, con este estudio se ha podido determinar que algunas características y propiedades del kinesiotape no son realmente las que se exponen en la bibliografía. Se ha visto como la deformación inicial es casi la mitad de lo que se postula con normalidad, que a tracciones máximas puede perder propiedades y pegar menos. Que no tiene un comportamiento elástico lineal (modelo normalmente expuesto en la bibliografía general), sino que es un material con un comportamiento elástico no lineal de tipo exponencial, al cual hemos desarrollado una ecuación general. Por otro lado se ha comprobado que si es necesario aplicar calor al tape frotando el material una vez que es pegado sobre la piel del paciente. Es un material que si se puede adaptar ante determinados tipos de pieles e irregularidades pero sí que esa piel debe de estar bien limpia y sin impurezas porque de ser así se ha podido comprobar como el material se ve influenciado y pega menos.

Este estudio muestra un nuevo modelo a la hora de entender las características principales por las que este tipo de vendaje es conocido.

BIBLIOGRAFÍA.

About.com. Recuperado el 29 de Mayo de 2015 de :

<http://tejer.about.com/od/Hilados/f/que-Es-El-Algodon.htm>

Briem K, Eythorsdottir H, Magnúsdóttir R, Pálmarsson R, Rúnarsdóttir T, Sveinsson T. Effects of kinesio tape compared with nonelastic sports tape and the untaped ankle during a sudden inversion perturbation in male athletes. The journal of orthopedic and sports physical therapy. 2014; 328-335

Chunga NM. Efectos del kinesio taping en la funcionalidad manual de pacientes con hemiplejía post accidente cerebro vascular en el Hospital Nacional Dos De Mayo Lima, enero-marzo 2013. [Tesis doctoral]. Perú: Universidad nacional mayor de san marcos; 2013.

Fiorenzo G, Kaplan DL. New opportunities for an ancient material. Science. 2010; 329: 528- 531

González J, Fernández C, Cleland J, Huijbregts P, Gutiérrez MR. Short-term effects of cervical kinesio taping on pain and cervical range of motion in patients with acute whiplash injury: a randomized clinical trial. Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2009; 39: 515- 521

Uned.es. Recuperado el 27 de Mayo de 2015 de :

<http://www.uned.es/cristamine/mineral/metodos/sem.htm>

Kineweb.es. Recuperado el 4 de febrero de 2015 de: <http://www.kineweb.es/kinesiology-tapevendaje-neuromuscular.html>

Kineweb.es. Recuperado el 4 de febrero de 2015 de: <http://www.kineweb.es/efectos-fisiologicoskinesiology-tape-vendaje-neuromuscular.html>

Kineweb.es. Recuperado el 4 de febrero de 2015 de: <http://www.kineweb.es/formas-de-aplicacionkinesiology-tape-vendaje-neuromuscular.html>

Larsen E. Taping the ankle for chronic instability. Orthop Scand. 1984;55: 551-553

Luque A, Navarro S, Petocz P, Hancock MJ, Hush J. Short term effects of kinesiostaping on acromiohumeral distance in asymptomatic subjects: A randomised controlled trial. Manual Therapy. 2014;18: 573-577

Martinez J, Ibáñez M, López A, Merelló M, Tolsá FJ. Efecto inmediato del kinesio tape sobre la respuesta refleja del vasto interno ante la utilización de dos técnicas diferentes de aplicación: facilitación e inhibición muscular. Fisioterapia. 2011;33(1):13-18

Martínez J. Efecto del Kinesio Tape sobre la actividad electromiográfica de superficie del músculo gemelo externo durante la marcha en sujetos sanos. [Tesis doctoral]. Valencia: CEU Universidad Cardenal Herrera; 2012.

Merino R, Mayorga D, Fernández E, Santana FJ. Influencia de los músculos gemelos en el test sit-and-reach tras la aplicación de kinesio tape en triatletas. un estudio piloto. Revista de transmisión del conocimiento educativo y de la salud. 2010; 2 (6): 523-535

Merino R, Mayorga D, Fernández E, Torres G. Efecto del kinesio taping en el rango de movimiento de la cadera y zona lumbar en triatletas. un estudio piloto. Journal of sport and health research. 2010; 2(2): 109-118.

Patologíasconstrucción.net. Recuperado el 15 de Mayo de 2015 de : <http://www.patologiasconstruccion.net2012/12/la-microscopia-electronica-de-barrido-sem-i-concept-y-usos/>

Pérez P, Lucas AG, Aparicio I, Llana S. Effects of Kinesiotape® taping on plantar pressure and impact acceleration during walking. Science & Sports. 2014; **29**: 282—287

Shaheen A, Villa C, Lee YN, Bull MJ, Alexander C. Scapular taping alters kinematics in asymptomatic subjects. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2014; 23: 326–333

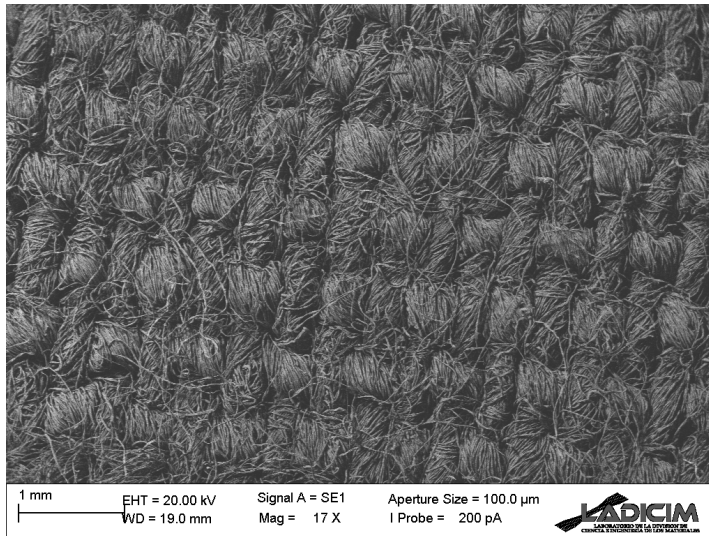
Sijmonsma, J.; Taping neuro muscular manual (3ªed.); Aneid Press (Portugal); 2010.
Tsai HJ, Hung HS, Yang JL, Huang CS, Tsao JY. Could kinesio tape replace the bandage in descongessive lymphatic therapy for breast-cancer-related lymphedema? A pilot study. Support care cancer. 2009; 17: 1353-1360.

Upv.es. Recuperado el día 15 de Mayo de 2015 de: <http://www.upv.es/entidades/SME/info/753120normalc.html>

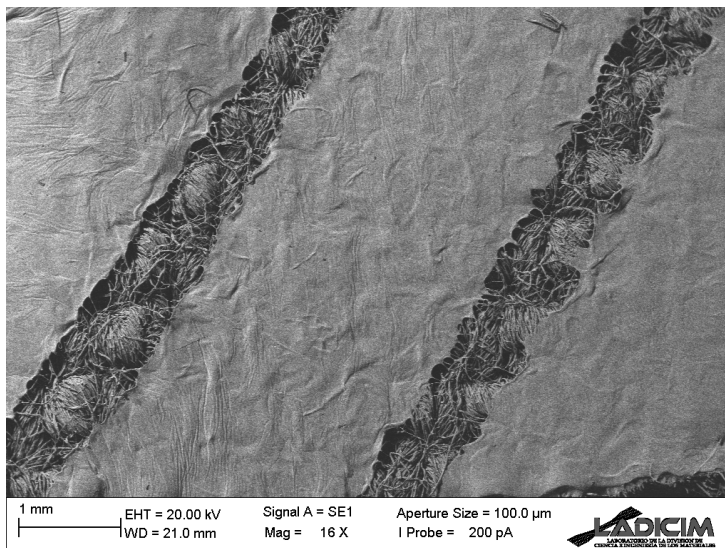
Vaes P, De Boeck H, Handelberg F, Opdecam P. Comparative radiological study of the influence of ankle joint strapping and taping on ankle stability. The journal of orthopedic and sports physical therapy. 2014: 110-114

7. ANEXOS

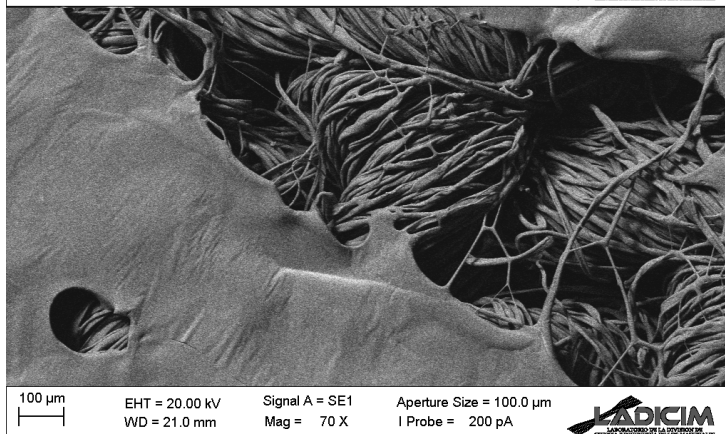
- Anexos resultados microscopia electrónica: Se puede observar todas las micrografías las cuales han sido analizadas y de las cuales se han obtenido los diferentes resultados y conclusiones.
- Tape origina negro



Tape negro visualizado a 16 aumentos por la cara sin pegamento

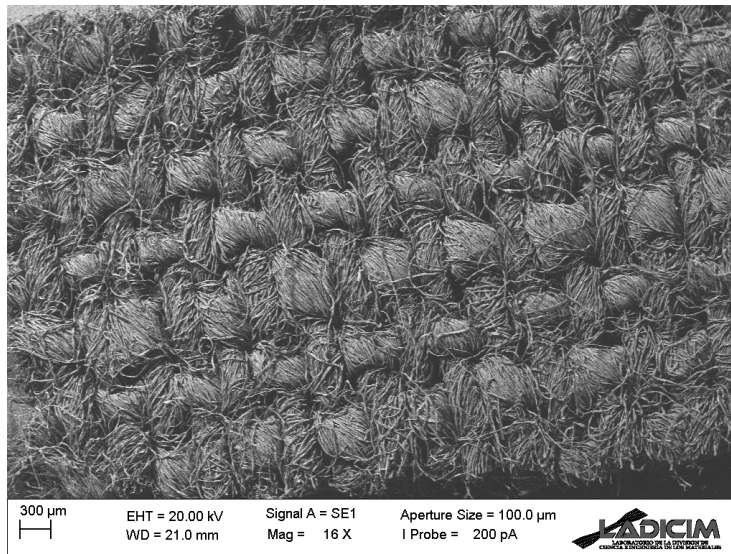


Tape negro visualizado a 16 aumentos por la cara con pegamento

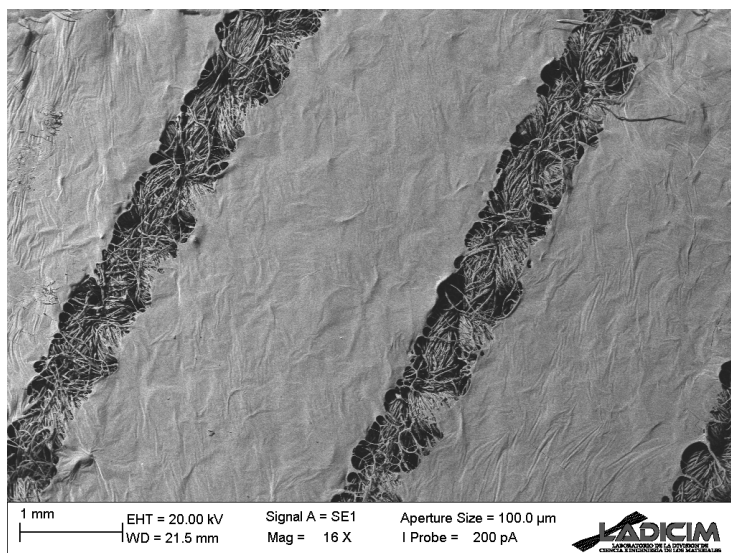


Tape negro visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento

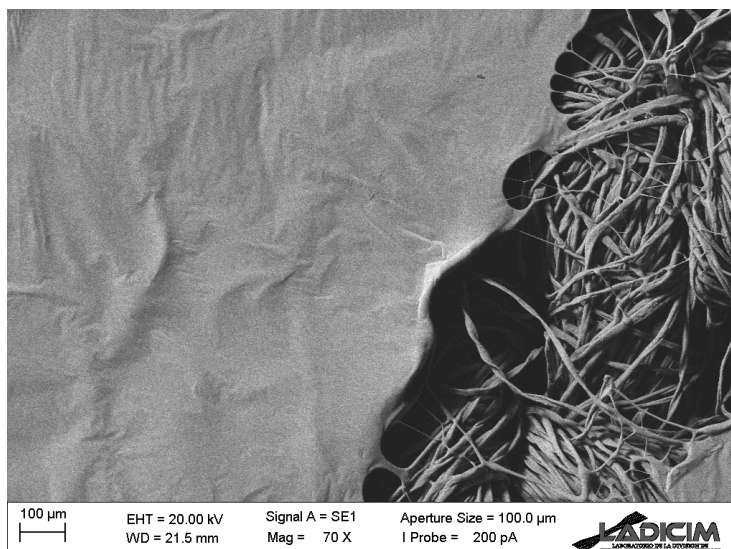
- Tape original azul



Tape azul visualizado a 16 aumentos por la cara sin pegamento

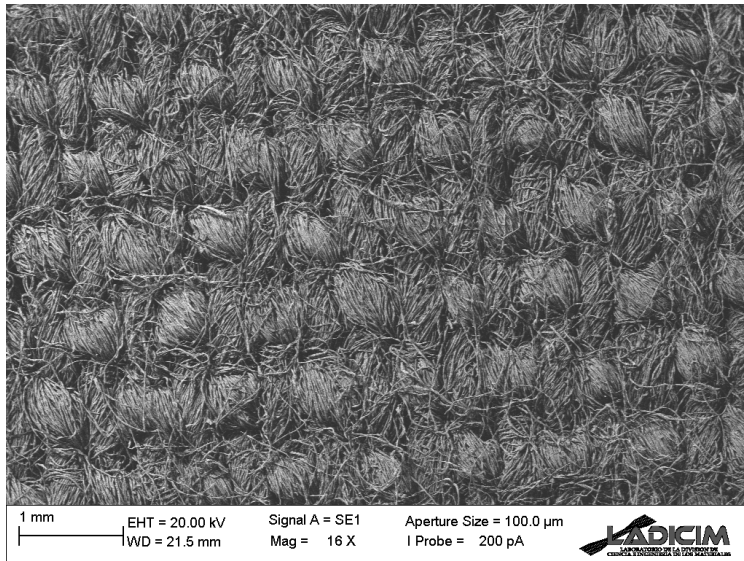


Tape azul visualizado a 16 aumentos por la cara con pegamento

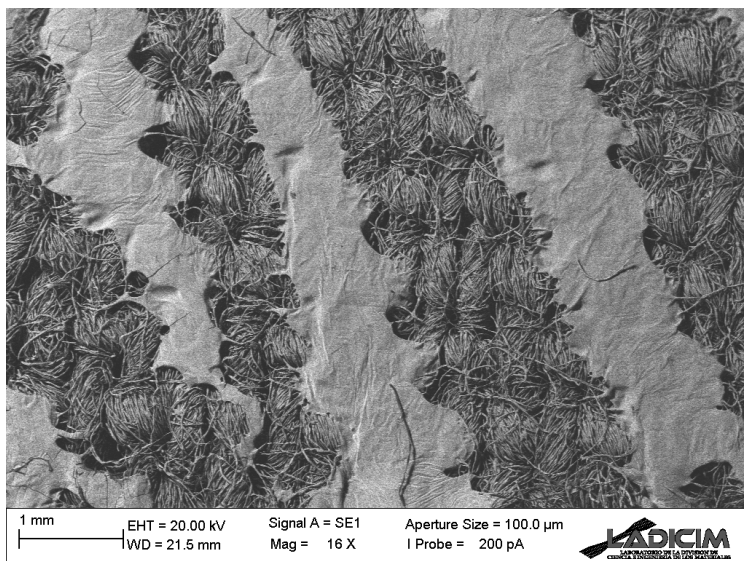


Tape azul visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento

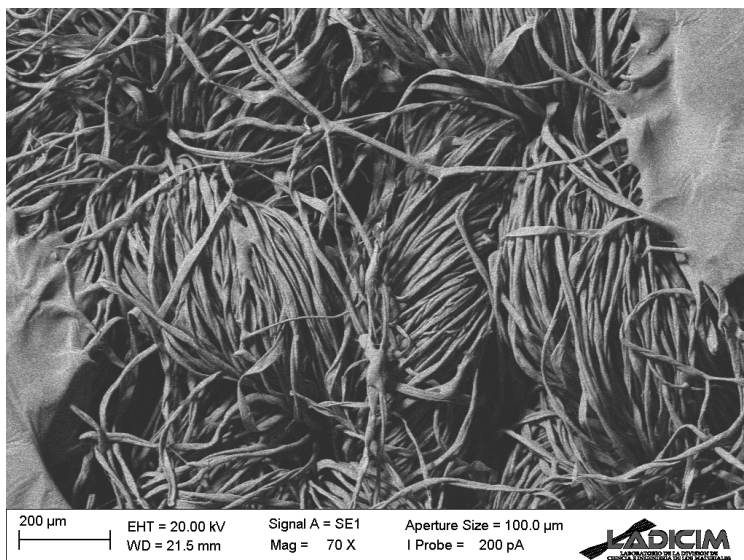
- Tape original rosa



Tape rosa visualizado a 16 aumentos por la cara sin pegamento

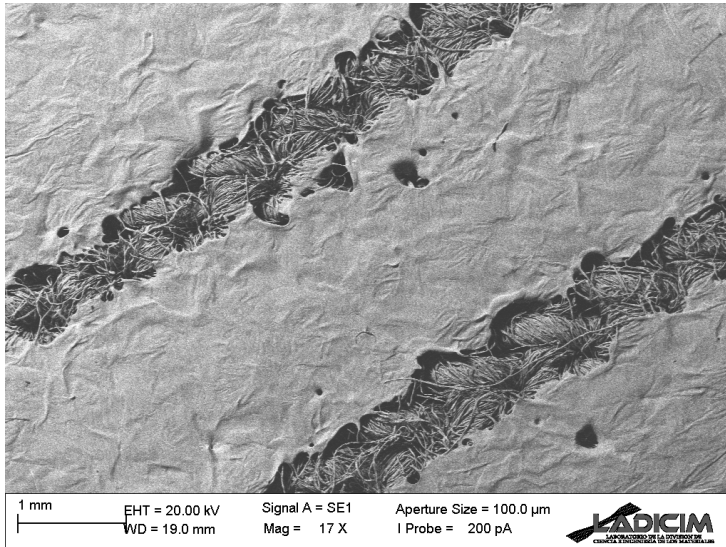


Tape rosa visualizado a 16 aumentos por la cara con pegamento

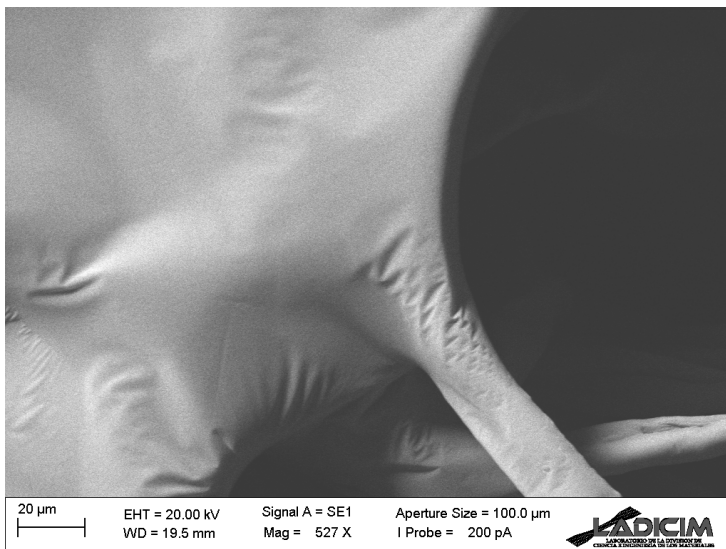


Tape rosa visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento

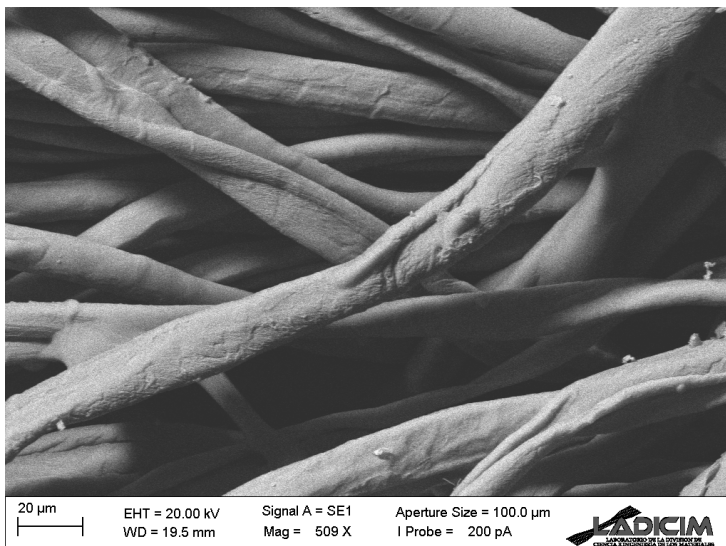
- Muestras que han sido pegadas y despegadas



Tape visualizado a 17 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en el pegamento

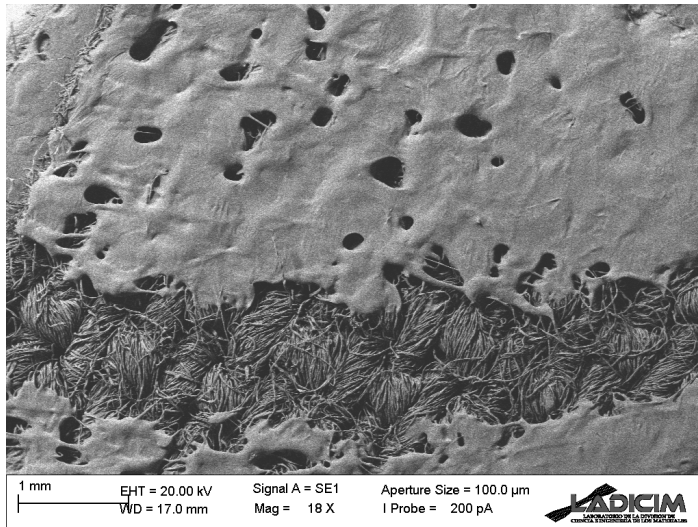


Tape visualizado a 527 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras.

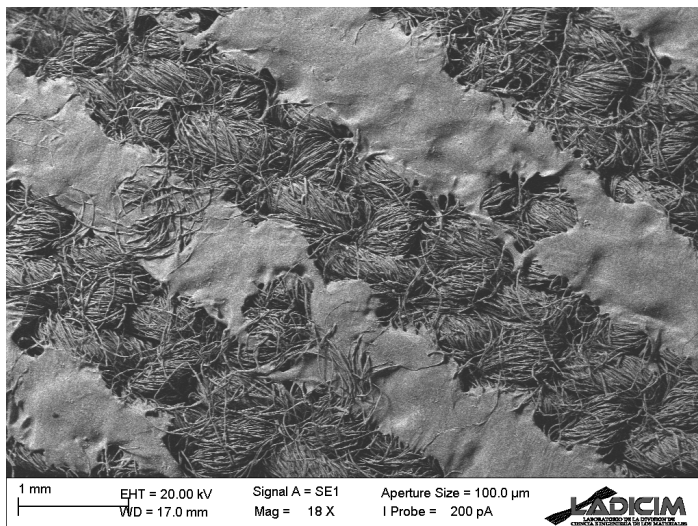


Tape visualizado a 509 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras.

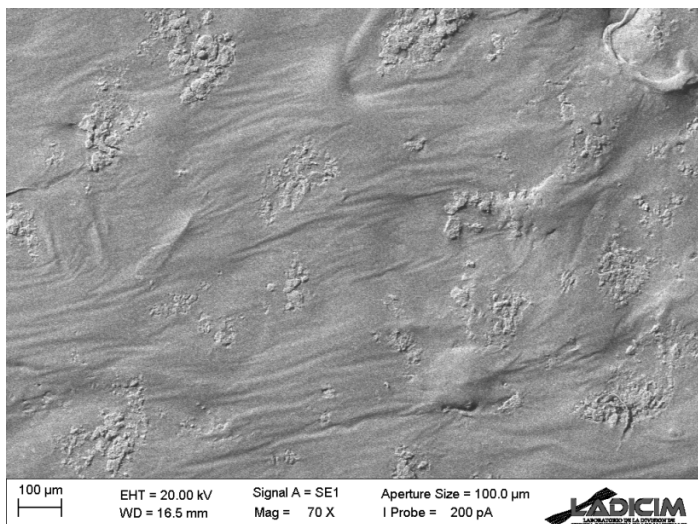
- Muestras sometidas a tracción



Tape visualizado a 18 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras tras la tracción

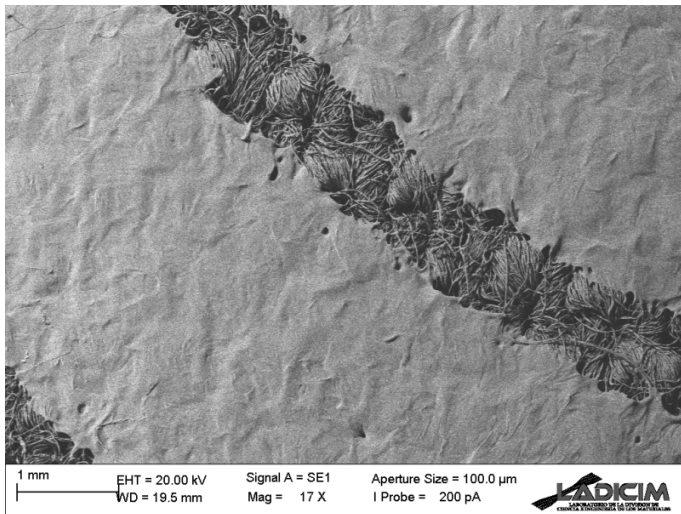


Tape visualizado a 18 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras tras la tracción.

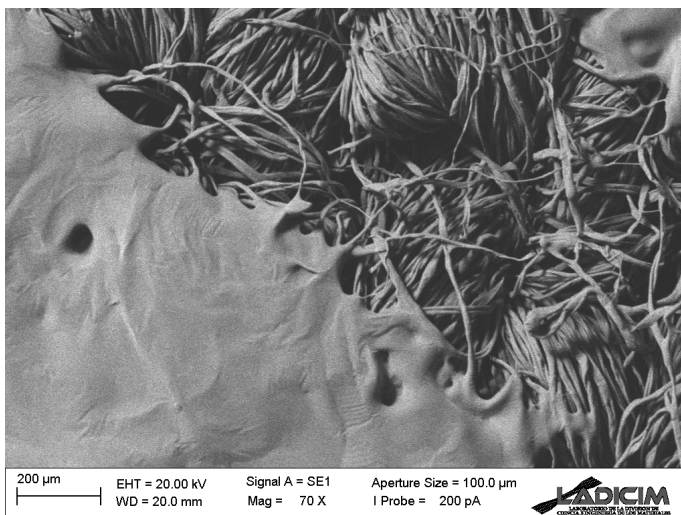


Tape visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en las fibras tras la tracción.

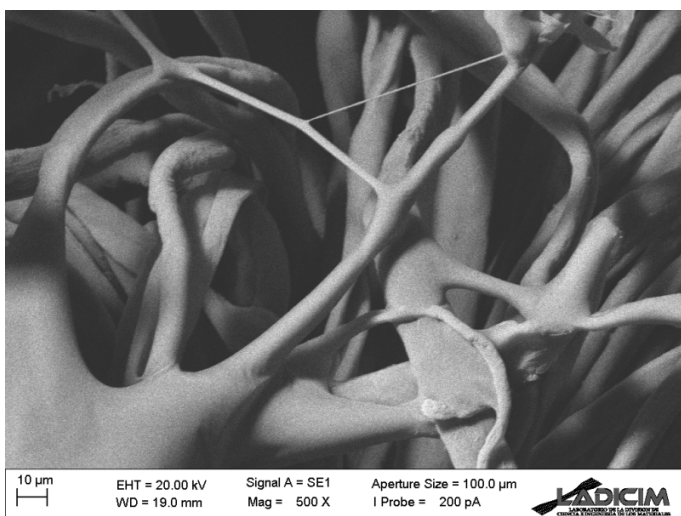
- Casos especiales
 - Muestras sometidas a agua



Tape visualizado a 17 aumentos por la cara con pegamento, se aprecian defectos en el pegamento tras el baño

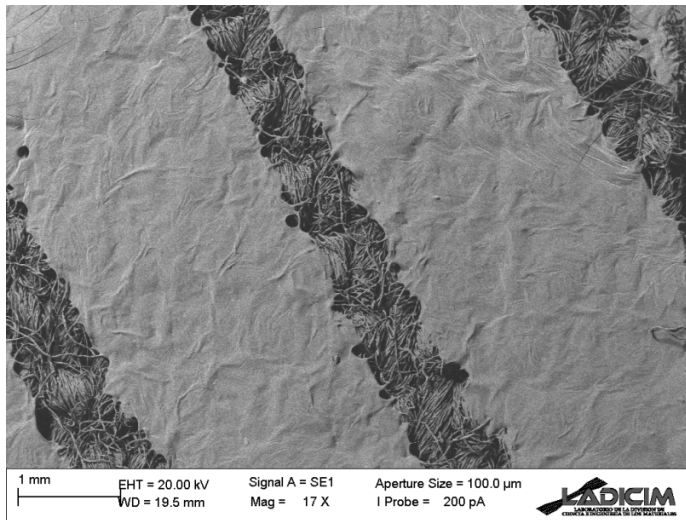


Tape visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento, tras el baño.

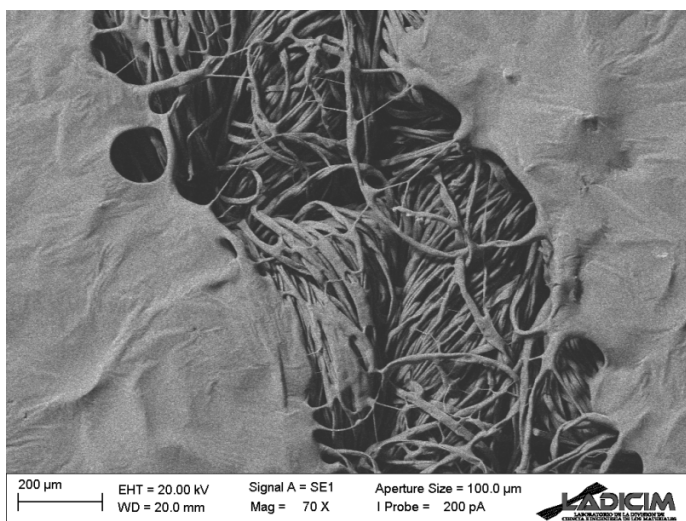


Tape visualizado a 500 aumentos por la cara con pegamento, tras el baño.

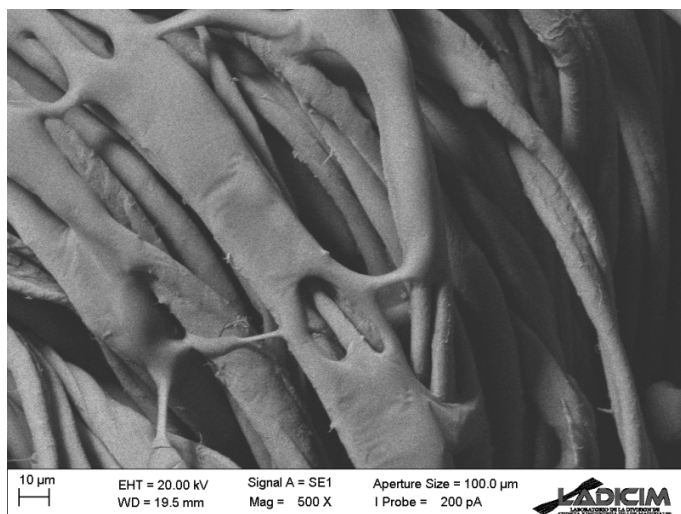
- Muestras sometidas a crema



Tape visualizado a 17 aumentos por la cara con pegamento, tras haber despegado el material de una superficie con crema

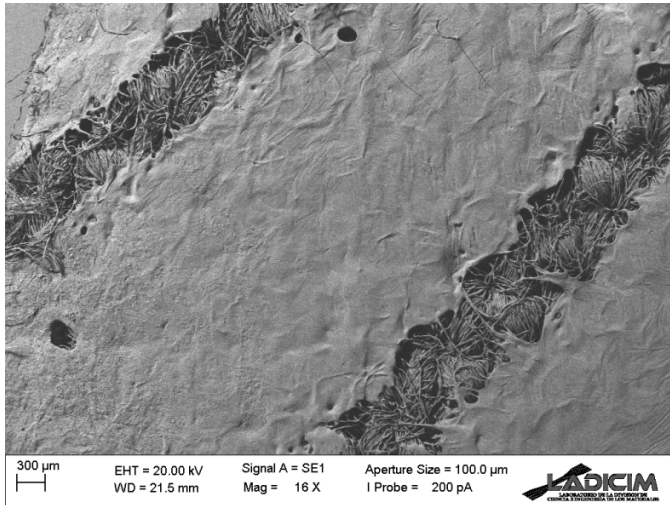


Tape visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento, tras haber despegado el material de una superficie con crema

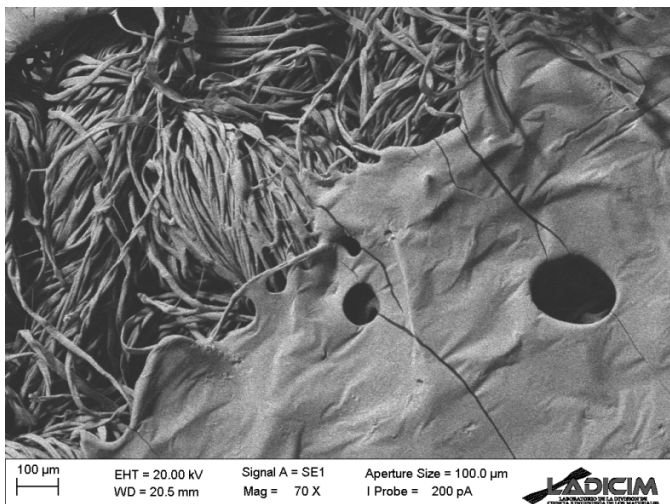


Tape visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento, tras haber despegado el material de una superficie con crema. Se aprecian pequeñas afecciones sobre las fibras.

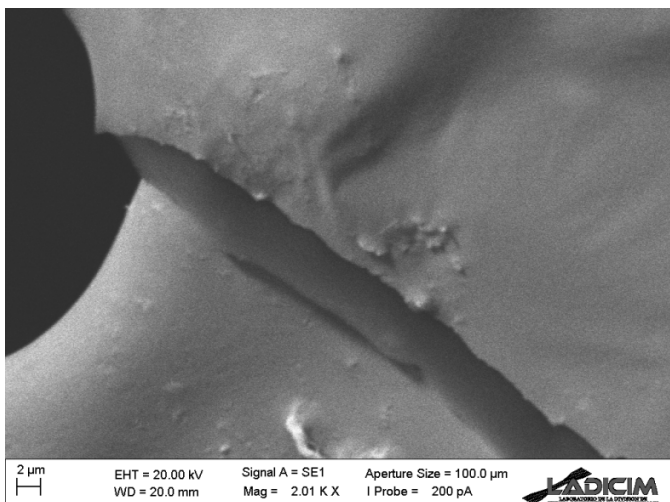
- Muestras pegadas sin someter a calor



Tape visualizado a 16 aumentos por la cara con pegamento, tras haberlo pegado sin calor. Se aprecia algún poro en el pegamento.

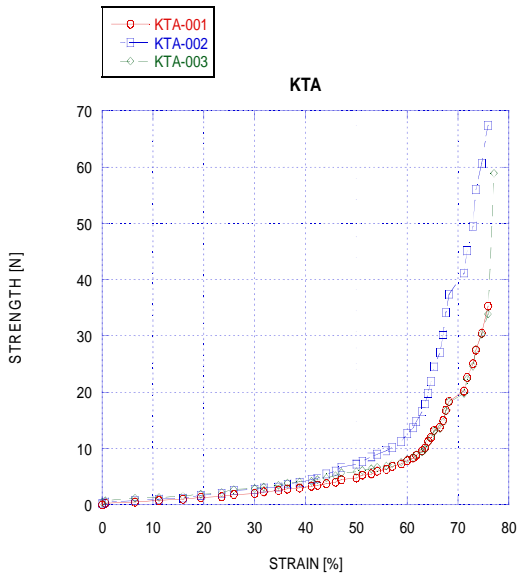


Tape visualizado a 70 aumentos por la cara con pegamento, tras haberlo pegado sin calor. Se aprecia algún poro en el pegamento y alguna fisura.

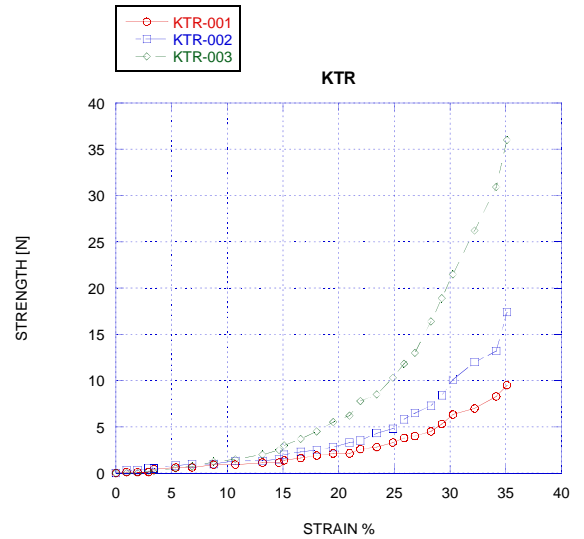


Tape visualizado a 2000 aumentos por la cara con pegamento, tras haberlo pegado sin calor. Se observa una fisura en el material.

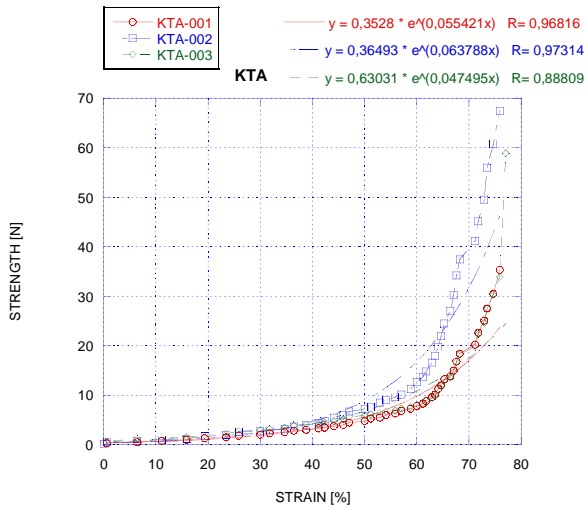
- Anexos ensayo de adherencia: A continuación se exponen el resto de gráficas del ensayo de adherencia y las gráficas con su ajuste exponencial.



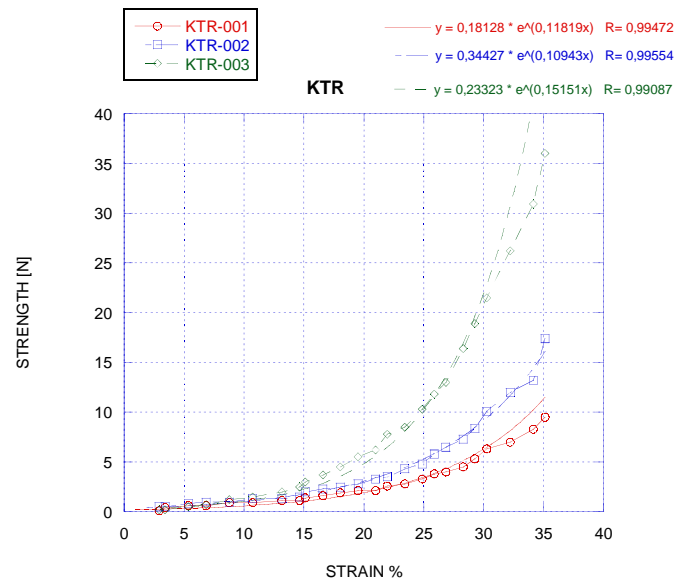
Curva tensión-deformación del KTA



Curva tensión-deformación del KTR



Representación gráfica del ajuste exponencial del KTA



Representación gráfica del ajuste exponencial del KTR